

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-094215  
 (43)Date of publication of application : 06.04.2001

(51)Int.Cl.

H01S 5/323

H01S 5/022

(21)Application number : 11-265361

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 20.09.1999

(72)Inventor : GOTO MASAKANE

KANO TAKASHI

HAYASHI NOBUHIKO

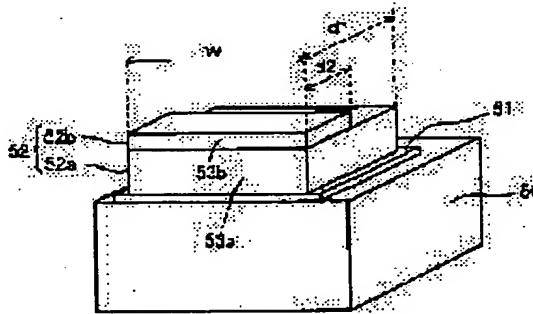
MATSUSHITA YASUHIKO

## (54) SEMICONDUCTOR LASER ELEMENT AND SEMICONDUCTOR LASER

## (57)Abstract

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a semiconductor laser element which can be assembled at a high yield through a simple assembling process and has a good heat radiating characteristic, and provide further a semiconductor laser equipped with the element.

**SOLUTION:** A semiconductor laser element 52 is constituted by forming a semiconductor layer 52b on an n-type SiC substrate 52a. The area of the upper surface of the substrate 52a is larger than that of the lower surface of the semiconductor layer 52b. The element 52 is stuck to a stem 50 with a fusion welding agent 51. The substrate 52a functions as a heat sink and a sub-mount.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.07.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-94215

(P2001-94215A)

(43)公開日 平成13年4月6日(2001.4.6)

(51)Int.Cl.  
H 01 S 5/323  
5/022

識別記号

F I  
H 01 S 5/323  
5/022

マーク(参考)  
5 F 0 7 3

審査請求 未請求 請求項の数7 OL (全8頁)

(21)出願番号 特願平11-265361

(22)出願日 平成11年9月20日(1999.9.20)

(71)出願人 000001889  
三洋電機株式会社  
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号  
(72)発明者 篠藤 壮謙  
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内  
(72)発明者 狩野 陸司  
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内  
(74)代理人 100098305  
弁理士 福島 栄人

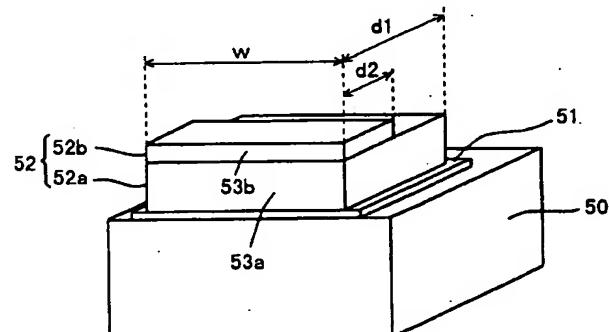
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体レーザ素子および半導体レーザ装置

(57)【要約】

【課題】 簡単な組み立て工程で良好な放熱特性を有し、かつ歩留りが高い半導体レーザ素子およびそれを備えた半導体レーザ装置を提供することである。

【解決手段】 半導体レーザ素子52はn型SiCからなる基板52a上に半導体層52bが形成されてなる。基板52aの表面の面積が半導体層52bの下面の面積よりも大きい。半導体レーザ素子52がシステム50上に融着剤51により接着される。基板52aはヒートシンクおよびサブマウントとして機能する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板の上面に、活性層を含む半導体層が形成され、前記基板の前記上面が、前記半導体層の下面よりも大きな面積を有することを特徴とする半導体レーザ素子。

【請求項2】 前記基板は炭化珪素からなることを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ素子。

【請求項3】 前記基板は所定導電型の半導体からなることを特徴とする請求項1または2記載の半導体レーザ素子。

【請求項4】 前記半導体層は、III族窒化物系半導体層であることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の半導体レーザ素子。

【請求項5】 前記半導体層の前記活性層の一方の共振器端面が前記基板の端面と面一に形成されたことを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の半導体レーザ素子。

【請求項6】 前記半導体層の一方の共振器端面の前方側および他方の共振器端面の後方側に前記基板の上面が露出するように前記基板上に前記半導体層が配置されたことを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の半導体レーザ素子。

【請求項7】 放熱部材と、前記放熱部材上に取り付けられた請求項1～6のいずれかに記載の半導体レーザ素子とを備えたことを特徴とする半導体レーザ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、半導体レーザ素子およびその半導体レーザ素子を備えた半導体レーザ装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来の半導体レーザ装置には、半導体レーザ素子を直接システムに固定するものと、半導体レーザ素子をサブマウントを介してシステムに固定するものがある。さらに、半導体レーザ素子のpn接合側（基板と反対側）をシステムまたはサブマウント側に接着するジャンクションダウン組み立てと、半導体レーザ素子の基板側をシステムまたはサブマウント側に接着するジャンクションアップ組み立てがある。

【0003】 図10は、半導体レーザ素子が直接システムに固定された従来の半導体レーザ装置の構成を示す模式的斜視図である。

【0004】 図10の半導体レーザ装置においては、銅等により形成されるシステム60の上面に半導体レーザ素子62が接着剤61により接着されている。

【0005】 半導体レーザ素子62は、基板62a上に半導体層62bが形成されてなる。半導体層62bには活性層が含まれている。

【0006】 図10の例は、ジャンクションアップ組み

立てであり、半導体レーザ素子62の基板62aがシステム60に接着されている。

【0007】 図11は、半導体レーザ素子がサブマウントを介してシステムに固定された従来の半導体レーザ装置の構成を示す模式的斜視図である。

【0008】 図11の半導体レーザ装置においては、銅等により形成されるシステム60の上面に接着剤71によりサブマウント72が接着され、サブマウント72の上面に接着剤73により半導体レーザ素子62が接着されている。

【0009】 図11の例は、ジャンクションアップ組み立てであり、半導体レーザ素子62の基板62aがサブマウント72に接着されている。

## 【0010】

【発明が解決しようとする課題】 図10に示す半導体レーザ装置のように半導体レーザ素子62が直接システム60に固定される場合、1回の工程でシステム60に半導体レーザ素子62を固定することができるので、組み立て工程が簡略化される。

【0011】 しかし、半導体レーザ素子62の基板62aとシステム60との熱膨張係数の差が大きいため、半導体レーザ素子62がレーザ光を射出するときに発熱すると、半導体レーザ素子62に応力が加わる。その結果、半導体レーザ素子62の特性が劣化する場合がある。

【0012】 一方、図11に示す半導体レーザ装置のように半導体レーザ素子62がサブマウント72を介してシステム60に固定される場合、サブマウント72には熱伝導率が高く、熱膨張係数が半導体レーザ素子62に近い材料が選択される。サブマウント72は、例えばSi（シリコン）、SiC（炭化シリコン）、ダイヤモンドまたはAlN（窒化アルミニウム）等で形成される。それにより、半導体レーザ素子62とサブマウント72との間の熱膨張係数差に起因する特性の劣化を防ぐことができる。

【0013】 しかし、半導体レーザ素子62をシステム60に固定するために、半導体レーザ素子62をサブマウント72に接着する工程と、サブマウント72をシステム60に接着する工程とが必要になるため、組み立て工程数が多く、それに伴って組み立て精度が悪くなる。

【0014】 ところで、図10および図11に示した半導体レーザ装置は、いずれもジャンクションアップ組み立てである。そのため、半導体レーザ素子62の半導体層62bが基板62aを介してヒートシンクとして機能するシステム60およびサブマウント72に接合されるため、半導体層62bの放熱特性が悪い。

【0015】 一方、放熱特性を良くするために半導体レーザ装置をジャンクションダウン組み立てにすると、半導体層62bがシステム60やサブマウント72側に配置されるので、接着剤61、73が半導体層62bのpn接合近傍に位置する。そのため、半導体層62bのpn

3

接合部に融着剤61, 73が付着しやすくなり、半導体レーザ装置が不良となる可能性が大きくなる。したがって、組み立てが容易でなく、組み立て歩留りが悪くなる。

【0016】窒化物半導体レーザ素子の場合、半導体層は絶縁性のサファイア基板または導電性のSiC(炭化シリコン)基板上に形成される。

【0017】絶縁性のサファイア基板を用いた場合、サファイア基板の裏面に電極が形成できないため、ジャンクションダウン組み立てにすることは困難である。そのため、ジャンクションアップ組み立てになるが、サファイア基板の熱伝導率が低いため、基板側からの放熱効果が低く、熱により半導体レーザ素子の特性が劣化しやすくなる。

【0018】導電性のSiC基板を用いると、SiC基板の裏面に電極を形成してジャンクションダウン組み立てにできるが、半導体層のpn接合近傍に融着剤が存在するため、組み立て歩留りが悪くなる。

【0019】本発明の目的は、簡単な組み立て工程で良好な放熱特性を有し、かつ歩留りが高い半導体レーザ素子およびそれを備えた半導体レーザ装置を提供することである。

#### 【0020】

【課題を解決するための手段および発明の効果】第1の発明に係る半導体レーザ素子は、基板の上面に、活性層を含む半導体層が形成され、基板の上面が、半導体層の下面よりも大きな面積を有するものである。

【0021】本発明に係る半導体レーザ素子においては、基板の上面の面積が半導体層の下面の面積よりも大きい。それにより、基板の上面には露出した領域が形成されるとともに、基板全体の表面積が大きくなる。したがって、基板がヒートシンクとして作用し、半導体層の放熱特性が向上する。その結果、発熱による半導体レーザ素子の特性の劣化が抑制される。

【0022】また、ヒートシンクとして作用する基板と半導体素子とが一体化されているので、半導体層からヒートシンクまでの距離が短くなる。そのため、基板をシステムにジャンクションアップ組み立てで接着しても高い放熱特性を確保することができる。したがって、簡単な組み立て工程で発熱による半導体レーザ素子の特性の劣化を抑制することができる。

【0023】さらに、基板がサブマウントを兼ねるので、基板の材料に熱膨張係数が半導体層に近いものを選択することにより、基板をシステムに直接接着した場合に、熱膨張係数差による応力の発生を抑制して半導体レーザ素子の特性の劣化を防止することができる。

【0024】また、サブマウントを兼ねる基板が半導体層に一体化されているので、サブマウントを有する半導体レーザ素子を1回の工程でシステム上に固定することができる。したがって、組み立て精度が高く、組み立て歩

4

留りが高くなる。

【0025】基板は炭化珪素からなることが好ましい。炭化珪素は、高い熱伝導率を有し、かつ半導体層と同程度の熱膨張係数を有する。したがって、半導体層の放熱特性がさらに向上するとともに、基板と半導体層との間の熱膨張係数差に起因する応力の発生を抑制することができる。

【0026】基板は所定導電型の半導体からなることが好ましい。それにより、基板の裏面に電極を形成することが可能になる。その結果、配線工程が簡単になる。

【0027】半導体層の活性層の一方の共振器端面が基板の端面と面一に形成されることが好ましい。これにより、活性層の一方の共振器端面から出射したレーザ光の一部が基板に当たることが防止される。

【0028】半導体層の一方の共振器端面の前方側および他方の共振器端面の後方側に基板の上面が露出するように基板上に半導体層が配置されてもよい。これにより、半導体層の一方の共振器端面の前方側および他方の共振器端面の後方側に基板の上面が露出するので、半導体層の一方の共振器端面側および他方の共振器端面側の放熱特性が均一になる。

【0029】第2の発明に係る半導体レーザ装置は、放熱部材と、放熱部材上に取り付けられた上記いずれかの半導体レーザ素子とを備えたものである。

【0030】本発明に係る半導体レーザ装置においては、放熱部材上に上記の半導体レーザ素子が設けられているので、簡単な組み立て工程で良好な放熱特性が得られるとともに組み立て歩留りが高くなる。

#### 【0031】

【発明の実施の形態】図1は本発明の第1の実施例における半導体レーザ装置の構成を示す模式的斜視図である。

【0032】図1の半導体レーザ装置においては、システム50の上面に半導体レーザ素子52が融着剤51により接着されている。システム50は放熱特性を良くするために、銅またはコバルト等の熱伝導率の高い材料で形成される。融着剤51は、In(インジウム)またはSn(錫)等のはんだ材からなる。

【0033】半導体レーザ素子52は、基板52a上に半導体層52bが形成されてなる。基板52aは、n型のSiCからなる。半導体層52bは、例えばGaN(窒化ガリウム)、AlN(窒化アルミニウム)、InN(窒化インジウム)、BN(窒化ホウ素)もしくはT1N(窒化タリウム)またはこれらの混晶等のIII-V族窒化物系半導体により形成される。それにより、半導体レーザ素子52が青色または青紫色のレーザ光を出射する。

【0034】半導体層52bには活性層が含まれている。図1の例は、ジャンクションアップ組み立てであり、半導体レーザ素子52の基板52aがシステム50に

接着されている。半導体層52bの前端面53bに共振器端面が配置されている。基板52aの前端面53aは半導体層52bの前端面53bと面一に形成されている。

【0035】基板52aの長さd1は、半導体層52bの長さ(共振器長の方向の長さ)d2よりも長い。それにより、半導体層52bの後方側に基板52aの上面が露出する。

【0036】半導体レーザ素子52から出射されるレーザ光の方向を設定するため、半導体レーザ装置の組み立ての際に、基板52aの前端面がシステム50の前端面と面一に配置される。

【0037】基板52aの長さd1が半導体層52bの長さd2よりも大きいので、基板52aの上面の面積が半導体層52bの下面の面積よりも大きくなる。また、SiCからなる基板52aは高い熱伝導率を有する。そのため、基板52aがヒートシンクとして機能する。それにより、半導体レーザ素子52の放熱特性が良好となる。

【0038】また、ヒートシンクとして機能する基板52aと半導体層52bとが一体化されているので、半導体層52bからヒートシンクまでの距離が短くなり、ジャンクションダウン組み立てを用いることなく、高い放熱特性を確保することができる。

【0039】さらに、SiCからなる基板52aの熱膨張係数のIII-V族窒化物系半導体からなる半導体層52bの熱膨張係数に近いため、基板52aがサブマウントとして機能する。それにより、半導体層52bとシステム50との間の熱膨張係数差に起因して半導体層52bに発生する応力を基板52aにより緩和することができる。

【0040】これらの結果、発熱による半導体レーザ素子52の特性の劣化が抑制される。また、ジャンクションアップ組み立てを用いることができるため、組み立て工程が簡単である。さらに、サブマウントとして機能する基板52aが半導体層52bに一体化されているので、サブマウントを有する半導体レーザ素子52を1回の工程でシステム50上に固定することができる。したがって、組み立て精度が高く、歩留りが高くなる。

【0041】次に、図1の半導体レーザ素子52の製造方法について図2～図6を用いて説明する。図2～図6は図1の半導体レーザ素子52の製造方法の一例を示す模式的工程断面図である。図2～図6の右側に配置された図は、それぞれ左側に配置された図のA1-A1線～A10-A10線における断面を示している。

【0042】図2(a)、(b)に示すように、n型の4H-SiCまたは6H-SiCからなる基板1上にMOCVD法(有機金属化学的気相成長法)により、n-A1aGa1-aN(0 < a < 1)からなるn-クラッド層2、n-GaNからなるn-光ガイド層3、MQW

(多重量子井戸)活性層4、p-Al<sub>b</sub>Ga<sub>1-b</sub>N(0 < b < 1)からなるp-クラッド層7、p-GaNからなるp-コンタクト層8を順に成長させる。MQW活性層4は、In<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>Nからなる量子井戸層とIn<sub>y</sub>Ga<sub>1-y</sub>Nからなる量子障壁層とが交互に複数積層されてなる。ここで、0 < x < 1、0 < y < 1およびx > yである。

【0043】次に、図2(c)、(d)に示すように、p-コンタクト層8上にストライプ状の第1のマスクパターン13を形成する。

【0044】そして、図3(e)、(f)に示すように、第1のマスクパターン13を用いてドライエッチングによりp-コンタクト層8からp-クラッド層7の途中までを除去してストライプ状のリッジ部を形成する。

【0045】次に、第1のマスクパターン13を除去した後、図3(g)、(h)に示すように、p-クラッド層7上およびリッジ部の上面および側面に蒸着によりSiO<sub>2</sub>層9を形成する。その後、SiO<sub>2</sub>層9上に、リッジ部の上面の前方側に開口部を有する第2のマスクパターン14を形成する。

【0046】図4(i)、(j)に示すように、第2のマスクパターン14の開口部内のSiO<sub>2</sub>層9をエッティングしてp-コンタクト層8を露出させる。

【0047】次に、図4(k)、(l)に示すように、露出したリッジ部上のp-コンタクト層8上および第2のマスクパターン14上にp側電極10を形成する。

【0048】次に、図5(m)、(n)に示すように、第2のマスクパターン14とともに第2のマスクパターン14上に形成されたp側電極10をリフトオフ法によって除去することにより、リッジ部のp-コンタクト層8上にp側電極10を形成する。

【0049】さらに、図5(o)、(p)に示すように、p側電極10上から両側のSiO<sub>2</sub>層9上に延びるパッド電極11を形成し、基板1の裏面にn側電極12を形成する。

【0050】次に、図6(q)、(r)に示すように、パッド電極11上に第3のマスクパターン15を形成する。このとき、SiO<sub>2</sub>層9の上面の後方側は露出している。

【0051】最後に、図6(s)、(t)に示すように、第3のマスクパターン15を用いてドライエッチング等によりSiO<sub>2</sub>層9からn-クラッド層2までを基板1が露出するまで除去した後、第3のマスクパターン15を除去する。それにより、半導体層52bの後方側で基板1の上面が露出する。その後、へき開などの工程を経て図1に示す半導体レーザ素子52が形成される。

【0052】図7は本発明の第2の実施例による半導体レーザ装置の構成を示す模式的斜視図である。

【0053】図7の半導体レーザ装置では、半導体レーザ素子52の基板52aの幅w3が半導体層52bの幅

w 4よりも大きく、基板52aの長さd3が半導体層52bの長さd4よりも長い。基板52aの前端面53aは半導体層52bの前端面53bと面一に形成されている。それにより、半導体層52bの後方側および両側において基板52aの上面が露出する。

【0054】本実施例の半導体レーザ装置においても、基板52aの上面の面積が半導体層52bの下面の面積よりも大きいので、基板52aがヒートシンクとして機能するとともにサブマウントとしても機能する。したがって、第1の実施例の半導体レーザ装置と同様に、発熱による半導体レーザ素子52の特性の劣化が抑制されるとともに、組み立て工程が簡単で歩留りが高くなる。

【0055】図8は本発明の第3の実施例による半導体レーザ装置の構成を示す模式的斜視図である。

【0056】図8の半導体レーザ装置では、半導体レーザ素子52の基板52aおよび半導体層52bが図7の半導体レーザ素子52の基板52aおよび半導体層52bと同じ寸法を有する。本実施例の半導体レーザ装置では、半導体レーザ素子52の半導体層52bが基板52a上の中央部に配置されている。それにより、半導体層52bの前方側、後方側および両側において基板52aの上面が露出する。

【0057】本実施例の半導体レーザ装置においても、基板52aの上面の面積が半導体層52bの下面の面積よりも大きいので、基板52aがヒートシンクとして機能するとともにサブマウントとしても機能する。したがって、第1の実施例の半導体レーザ装置と同様に、発熱による半導体レーザ素子52の特性の劣化が抑制されるとともに、組み立て工程が簡単で歩留りが高くなる。

【0058】図9は本発明の第4の実施例による半導体レーザ装置の構成を示す模式的斜視図である。

【0059】図9の半導体レーザ装置では、半導体レーザ素子52の基板52aおよび半導体層52bが図1の半導体レーザ素子52の基板52aおよび半導体層52bと同じ寸法を有する。本実施例の半導体レーザ装置では、半導体レーザ素子52の半導体層52bが基板52a上の中央部に配置されている。それにより、基板52bの前方側および後方側において基板52aの上面が露出する。

【0060】本実施例の半導体レーザ装置においても、基板52aの上面の面積が半導体層52bの下面の面積よりも大きいので、基板52aがヒートシンクとして機能するとともにサブマウントとしても機能する。したがって、第1の実施例の半導体レーザ装置と同様に、発熱による半導体レーザ素子52の特性の劣化が抑制されるとともに、組み立て工程が簡単で歩留りが高くなる。

【0061】図1および図7の半導体レーザ素子においては、半導体層52bの前端面53bが基板52aの前端面53aと面一に形成されているので、半導体層52

bの共振器端面から出射したレーザ光が基板52aに当たることが防止される。

【0062】一方、図8および図9の半導体レーザ装置においては、半導体層52bの前方側および後方側に基板52aの上面が露出しているので、半導体層52bの前方側および後方側の放熱特性が均一になる。

【0063】上記実施例では、基板52aの材料としてSiCを用いているが、SiCの代わりに他の材料、例えばSi、ダイヤモンド、GaN等を用いてもよい。その場合、SiCと同様に高い熱伝導率を有しつつ半導体層52bと熱膨張係数が近い材料を選択することが好ましい。また、基板52aの材料としてp型半導体を用いてもよい。その場合には、n-クラッド層2からp-コンタクト層8までの導電型を逆にする。

【0064】さらに、基板52aの材料として絶縁材料を用いてもよい。その場合、n-クラッド層2と基板52aとの間にn-コンタクト層を設け、p-コンタクト層8からn-コンタクト層までの一部領域をエッティングにより除去し、露出したn-コンタクト層の表面に電極を形成する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例における半導体レーザ装置の構造を示す模式的斜視図である。

【図2】図1の半導体レーザ素子の製造方法の一例を示す模式的工程断面図である。

【図3】図1の半導体レーザ素子の製造方法の一例を示す模式的工程断面図である。

【図4】図1の半導体レーザ素子の製造方法の一例を示す模式的工程断面図である。

【図5】図1の半導体レーザ素子の製造方法の一例を示す模式的工程断面図である。

【図6】図1の半導体レーザ素子の製造方法の一例を示す模式的工程断面図である。

【図7】本発明の第2の実施例における半導体レーザ装置の構造を示す模式的斜視図である。

【図8】本発明の第3の実施例における半導体レーザ装置の構造を示す模式的斜視図である。

【図9】本発明の第4の実施例における半導体レーザ装置の構造を示す模式的斜視図である。

【図10】従来の半導体レーザ装置の構成の一例を示す模式的断面図である。

【図11】従来の半導体レーザ装置の構造の他の例を示す模式的断面図である。

#### 【符号の説明】

50 ステム

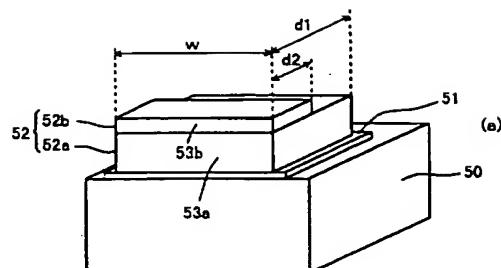
51 融着剤

52 半導体レーザ素子

52a 基板

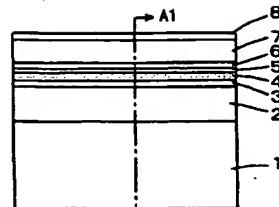
52b 半導体層

【図1】

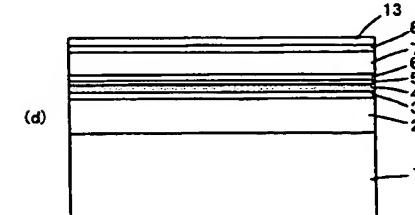
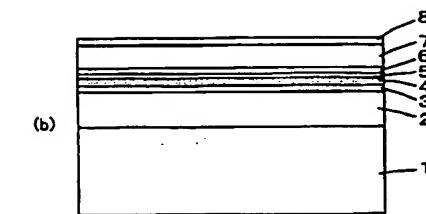


(a)

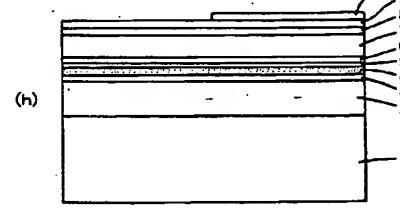
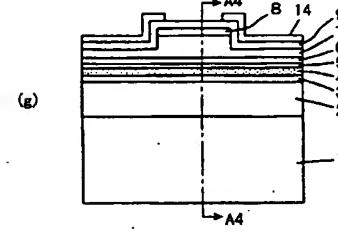
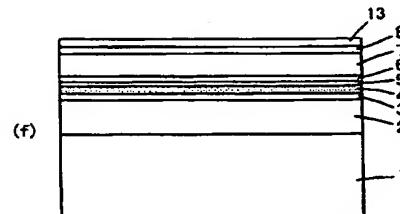
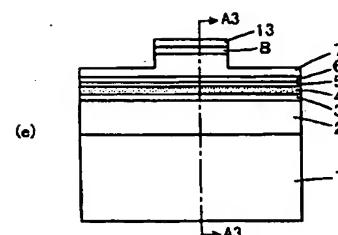
(c)



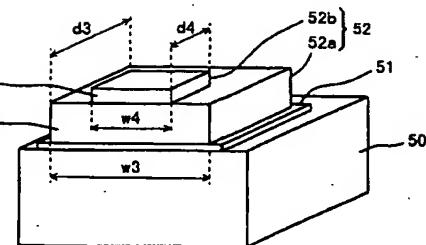
【図2】



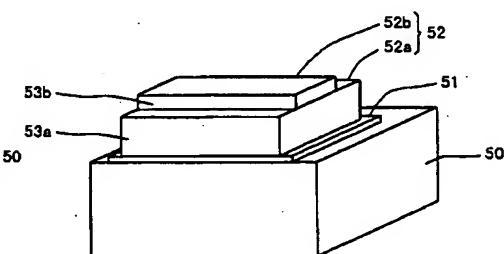
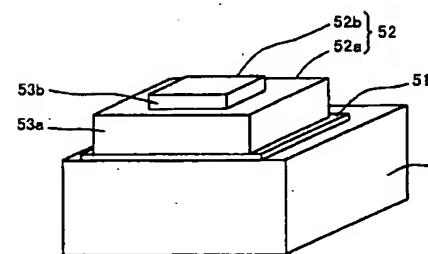
【図3】



【図7】

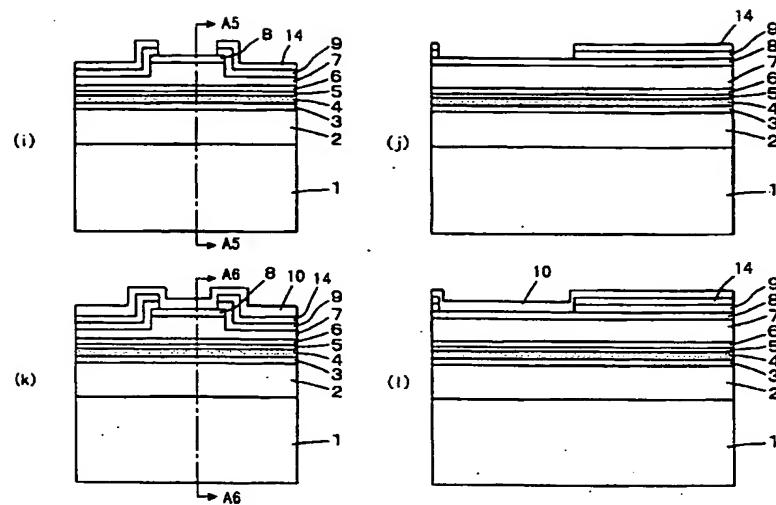


【図8】

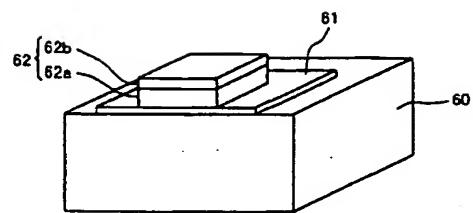


【図9】

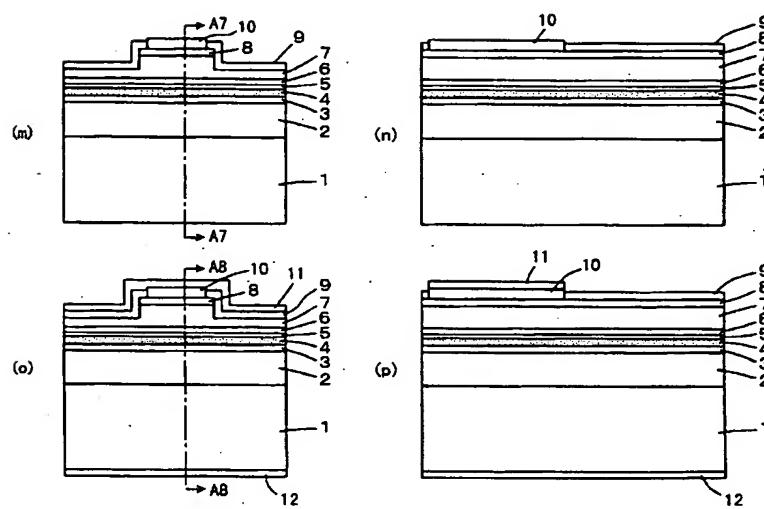
【図4】



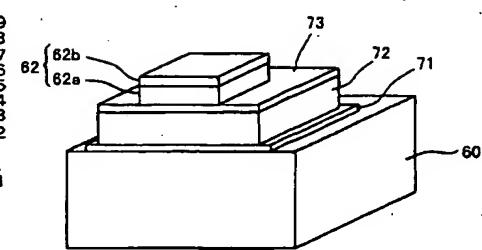
【図10】



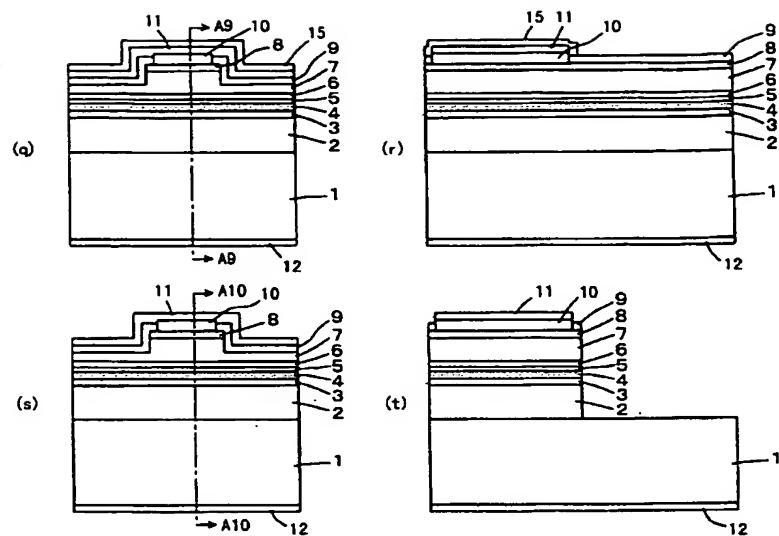
【図5】



【図11】



【図6】



## フロントページの続き

(72) 発明者 林 伸彦  
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内

(72) 発明者 松下 保彦  
大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三  
洋電機株式会社内  
F ターム(参考) 5F073 AA13 AA74 CA07 CB05 DA05  
DA24 EA28 FA15 FA23